



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**Departamento de Horticultura**

**REPORTE FINAL DE LA “PRUEBA DE EFECTIVIDAD DE LOS  
PRODUCTOS P400 Y B100 DE MAYERWAREN INTERNATIONAL EN  
PLANTAS DE TOMATE”**

**UAAAN – MAYERWAREN INTERNATIONAL**

**RESPONSABLE TÉCNICO: DR. ANTONIO JUÁREZ MALDONADO**  
**juma841025@hotmail.com**

**COORDINACIÓN: DR. ADALBERTO BENAVIDES MENDOZA**  
**abenmen@uaaan.mx**  
**Tel. 844-1767062**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA, UAAAN**

**ENERO 2014**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**Departamento de Horticultura**

**CONTENIDO**

	Página
RESUMEN .....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	2
2 OBJETIVOS.....	3
Objetivo general .....	3
Objetivos específicos .....	3
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
Localización del experimento .....	3
Obtención de plántula .....	3
Trasplante .....	4
Aplicación de tratamientos .....	4
Nutrición del cultivo .....	4
Labores culturales.....	4
Tratamientos y diseño experimental .....	4
Variables evaluadas .....	5
Evaluación de variables bioquímicas .....	6
Catalasa .....	6
Ácido ascórbico .....	7
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	7
Variables agronómicas.....	7
Variables bioquímicas .....	10
5 CONCLUSIONES .....	21
6 LITERATURA CITADA .....	22



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

## Departamento de Horticultura

### RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la aplicación de los productos P400 y B100 de MayerWaren International en el desarrollo de plantas de tomate variedad "Caiman" de crecimiento indeterminado en suelo calcáreo. Se aplicaron en total cinco tratamientos de la siguiente manera: 1) solución Steiner al 100% (Testigo), 2) solución Steiner al 100% + P400, 3) solución Steiner al 100% + P400 + B100, 4) solución Steiner al 50% + P400, y 5) manejo de suelo orgánico + P400. La semilla se sembró en charola de poliestireno y se regó con solución nutritiva Steiner. A los 30 días después de la siembra se realizó el trasplante. Las variables agronómicas evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, número de frutos, número de flores y número de racimos totales existentes en cada planta. Se cuantificó también el peso fresco de frutos existentes en la planta, peso fresco de parte aérea, peso fresco de raíz, y el peso total de frutos cosechados. Se realizaron siete evaluaciones iniciando al día siguiente después del trasplante y el resto con intervalos de 14 días entre sí. Además se analizó la catalasa y ácido ascórbico en hoja, y ácido ascórbico en fruto. También se evaluó la firmeza del fruto al momento del corte y 15 días después. Se realizó un ANOVA para determinar la existencia de diferencias estadísticas y una comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$ ). Considerado las variables agronómicas evaluadas el mejor tratamiento es el **ST100+P400** ya que presentó los valores más altos en la mayoría de estas variables. Así mismo los tratamientos **OSM+P400** y **ST100+P400** presentaron los valores más altos en las variables bioquímicas. Los resultados obtenidos muestran que la aplicación del producto **P400** mejora la producción de tomate en invernadero favoreciendo la producción de fruto. Con la aplicación del **P400** y la reducción de la fertilización en las plantas de tomate al 50% no se disminuyó la producción potencial de fruto en comparación con una fertilización al 100%. La aplicación del **P400** aumentó la actividad de catalasa y contenido de ácido ascórbico en hojas y frutos. Así mismo la aplicación del producto P400 mejoró la firmeza de los frutos de tomate, y en conjunto con el B100 disminuyeron la pérdida de firmeza después de 15 días de cosechados.

**Palabras clave:** P400, B100, tomate, crecimiento, variables agronómicas, variables bioquímicas.



## **1 INTRODUCCIÓN**

La producción de cultivos en invernaderos es de suma importancia ya que nos da una ventaja sobre la producción a cielo abierto estableciendo una barrera entre el ambiente externo y el cultivo, creando un microclima interno que permite proteger el cultivo de condiciones adversas (viento, granizo, plagas, etc.) y controlar factores como la temperatura, radiación, concentración de CO<sub>2</sub>, humedad relativa, etc. En México, el uso de invernaderos para la producción de hortalizas aumentó rápidamente, de 721 ha en 1999 a 3200 ha en 2005 (Ocaña-Romo, 2008), la cual en 2009 se extendió a una superficie de 10000 ha (Perea, 2009). Los datos más recientes muestran que en 2012 se llegó a 12000 ha de invernaderos, esto sin incluir otras 8 000 ha que corresponden a malla sombra y macrotúnel (SAGARPA, 2012). Además, el cultivo del tomate es sumamente relevante, ya que de los principales cultivos que se producen en condiciones protegidas éste ocupa el 70% de la superficie, seguido por el pimiento (16%) y el pepino (10%) (SAGARPA, 2012). Aunado a esto, México es el principal exportador a nivel internacional, enviando el producto a Estados Unidos, Canadá y El Salvador, tan sólo en 2011 se produjeron 1872000 toneladas (MÉXICOPRODUCE, 2012).

Considerando el factor de importancia que tiene el cultivo del tomate, es deseable realizar un manejo eficiente en la agricultura intensiva, por lo que se requieren conocer los factores que condicionan el potencial de producción de los cultivos. En este sentido, la correcta aplicación de riego es uno de los principales factores que afecta el rendimiento del cultivo (Flores *et al.*, 2007), entendiéndose que el rendimiento está determinado por la capacidad de acumular materia seca en los órganos destinados a la cosecha (Casierra-Posada *et al.*, 2007). Además, aunque existen técnicas exitosas como el fertirriego, aún hay problemas con la dosificación de fertilizantes que deben aplicarse, por lo que se ha propuesto usar la acumulación de materia seca para cuantificar la demanda nutrimental (Bugarín-Montoya *et al.*, 2002). Por esta razón, prácticas como la fertilización y el riego deben ser definidas en función de las características propias de crecimiento del cultivo de interés (Fynn *et al.*, 1989; Enriquez-Reyes *et al.*, 2003). Actualmente existen diferentes fuentes de fertilizantes tanto para fertirriego como para aplicación foliar que ayudan en el manejo de la nutrición de cultivos, así como diversas técnicas para manejo orgánico de suelos.



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

## Departamento de Horticultura

### 2 OBJETIVOS

#### *Objetivo general*

- Determinar el efecto de la aplicación de los productos P400 y B100 en el crecimiento y producción de plantas de tomate.

#### *Objetivos específicos*

- Evaluar el crecimiento de las plantas de tomate bajo condiciones de invernadero.
- Verificar si la aplicación de los productos P400 y B100 favorece el crecimiento de las plantas de tomate.
- Verificar la productividad de las plantas de tomate bajo manejo orgánico en combinación con el producto P400.
- Verificar el efecto de los productos P400 y B100 en las características bioquímicas de hojas y frutos de las plantas de tomate.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### *Localización del experimento*

El trabajo se realizó en un invernadero tipo capilla del Departamento de Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

#### *Obtención de plántula*

Para la siembra se usaron dos charolas de poliestireno de 200 cavidades con sustrato perlita y peat moss (germinex) proporción 50-50. Se utilizó semilla de tomate híbrido de hábito de crecimiento indeterminado variedad "Caimán". La nutrición se llevó a cabo utilizando solución nutritiva Steiner al 20 % de concentración.

#### *Trasplante*

El trasplante se realizó 30 días después de la siembra el día 17 de septiembre del presente año. Se utilizaron macetas de polietileno de 19 L. Estas se llenaron con suelo calcáreo el cual se mezcló previamente con composta para el caso del tratamiento orgánico, y para el caso del producto B100 se hizo el mismo proceso.



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

### Departamento de Horticultura

#### *Aplicación de tratamientos*

Se realizó la primera aplicación del producto P400 de MAYERWAREN al siguiente día después del trasplante a una dosis de  $1.33 \text{ kg ha}^{-1}$  diluidos en 400 L de agua para los tratamientos que incluyen dicho producto. Posteriormente se realizaron aplicaciones de P400 cada 2 semanas durante el periodo en que se desarrolló el cultivo totalizando en seis aplicaciones. La forma de aplicación fue foliar, disolviendo previamente el P400 en agua común. En el tratamiento que incluye el producto B100 se aplicaron 600 g por maceta, se realizó una mezcla previa con el suelo para homogeneizar y posteriormente se llenaron las macetas con ésta. En el caso del tratamiento manejado de manera orgánica se hizo una mezcla del suelo con composta, se usó una dosis de 4% de composta en base al volumen del suelo. También se realizó la mezcla previa de suelo y composta para homogeneizar y posteriormente se llenaron las macetas.

#### *Nutrición del cultivo*

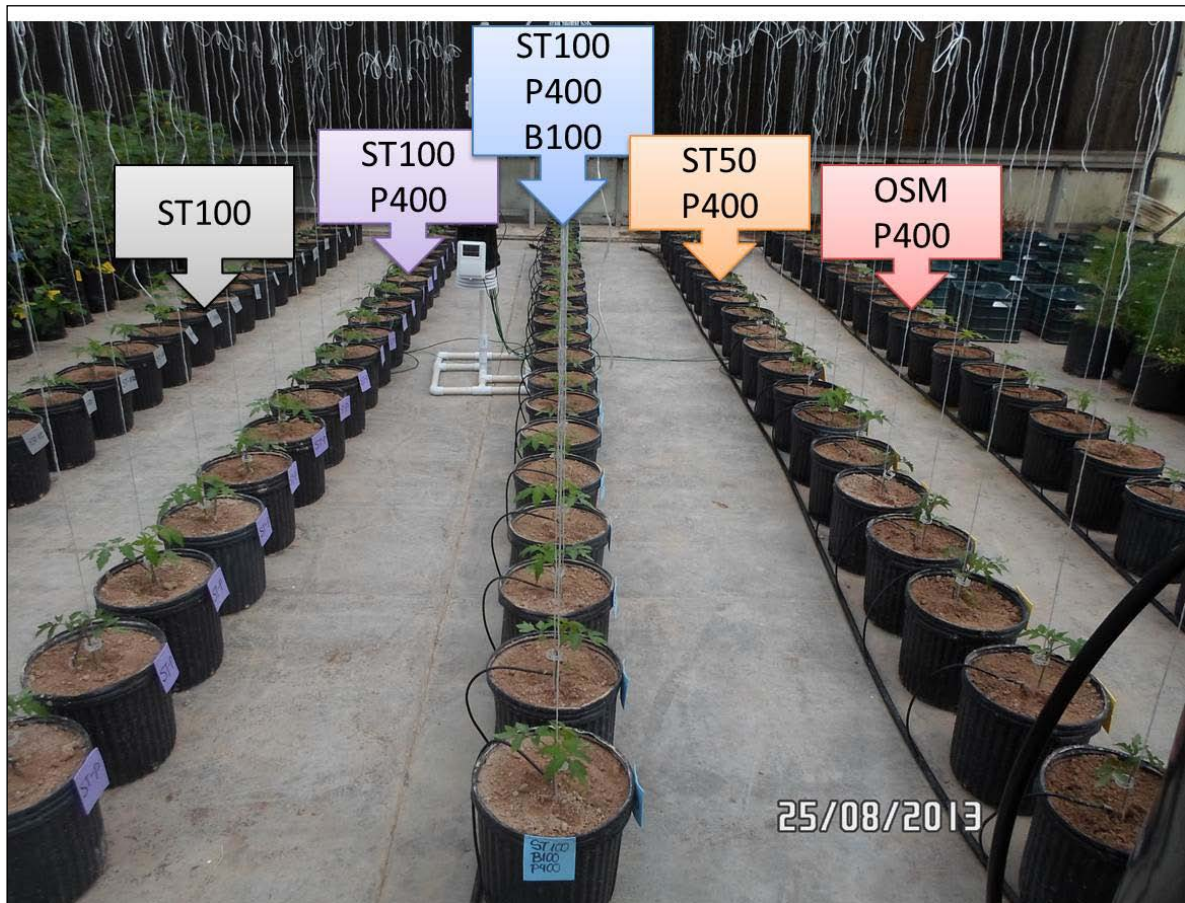
Para la nutrición del cultivo se utilizó la solución nutritiva Steiner (Steiner, 1961). El pH de la solución se ajustó a 6.5 cada vez que se realizó la preparación de la misma. Para el caso del manejo orgánico sólo se usó agua común.

#### *Labores culturales*

Durante el desarrollo del cultivo se movió el suelo superficial de las macetas para evitar la formación de algas. Además, a los 8 días después del trasplante las plantas de tomate se tutoraron con rafia común y utilizando anillos para tutoreo. Se realizaron podas para guiar la planta a un solo tallo, en estas se eliminaron los crecimientos axilares.

#### *Tratamientos y diseño experimental*

La prueba incluyó la aplicación de los productos P400 y B100 de la siguiente manera: 1) solución Steiner al 100% (Testigo), 2) solución Steiner al 100% + P400, 3) solución Steiner al 100% + P400 + B100, 4) solución Steiner al 50% + P400, y 5) manejo de suelo orgánico + P400 (**Fotografía 1**). Se usó un arreglo completamente al azar y para determinar la existencia de diferencias entre tratamientos se realizó un ANOVA y una comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) en el paquete estadístico SAS® 9.1.



**Fotografía 1.** Arreglo experimental de los tratamientos. ST100 = solución Steiner al 100% (Testigo); ST100+P400 = solución Steiner al 100% + P400; ST100+P400+B100 = solución Steiner al 100% + P400 + B100; ST50+P400 = solución Steiner al 50% + P400; y OSM+P400 = manejo orgánico de suelo + P400.

### *Variables evaluadas*

A las 12 semanas después del trasplante se realizó la evaluación de las siguientes variables en el cultivo de tomate:

- Altura de planta (cm): se realizó con un flexómetro midiendo desde la base del tallo hasta la parte del meristemo apical.
- Diámetro de tallo (mm): se usó un vernier y la medición se hizo en el tallo a la altura de la primera hoja verdadera.
- También se cuantificó el número de hojas, número de frutos, número de flores y número de racimos totales existentes en cada planta.



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

## Departamento de Horticultura

- Se cuantificó también el peso fresco de frutos existentes en la planta, peso fresco de parte aérea (suma de hojas y tallo), peso fresco de raíz, y el peso de frutos cosechados.
- Además se cuantificó el peso fresco del total de frutos (suma del peso de frutos cosechados más frutos en planta).

### *Evaluación de características bioquímicas*

Para la evaluación de las variables bioquímicas se consideraron cinco repeticiones por tratamiento. Así mismo, para la determinación de la firmeza la cantidad de repeticiones por tratamiento fue de cinco frutos. Para la medición de la misma se usó un penetrómetro. Al momento del corte se realizó la primera evaluación, los frutos se mantuvieron a temperatura ambiente durante quince días para realizar la segunda evaluación.

### *Catalasa*

La actividad de la catalasa (EC 1.11.1.6) se cuantificó por el método espectrofotométrico. Se llevó a cabo midiendo dos tiempos de reacción, tiempo 0 y tiempo 1 minuto, la mezcla de reacción se preparó del siguiente modo:

	<i>Blanco</i>	<i>T0</i> <i>(0 min reacción)</i>	<i>T1</i> <i>(1 min reacción)</i>
Extracto Proteico (mL)	0.1	0.1	0.1
Peróxido 100 mM	0	1	1
Buffer fosfatos	1	0	0
HCl 5%	0.4	0.4	0.4

La reacción se efectuó en tubos eppendorff a una temperatura de 20°C sometándose a agitación constante. Se monitoreó la cantidad de peróxido de Hidrógeno consumido a 1 minuto de reacción mediante una curva de calibración previamente trazada del peróxido (Ramos *et al.*, 2010). Los resultados se expresaron en mM consumido de peróxido/ 1 min/ proteínas totales (mg/g).





# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

## Departamento de Horticultura

### Ácido ascórbico

Este se determinó mediante cromatografía de líquidos, usando las siguientes condiciones cromatográficas:

Fase Movil	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 50 mM pH 2.8
Longitud de onda	230 nm
Flujo	1.0 mL/ min
Fase estacionaria	Aquasil C-18
Temperatura	60 C
Tiempo de corrida	15 min

La extracción se realizó pesando 100 mg de tejido liofilizado y macerado. Posteriormente se le agregó 1 mL de la mezcla agua:acetona 1:1. Se sometió a Vortex por 30 segundos, luego se centrifugó a 12000 rpm a 4°C y finalmente se extrajo el sobrenadante. Este se filtró con filtro de pirinola de 0.4  $\mu$  y se inyectó en cromatógrafo de líquidos Thermo System. Los resultados se expresaron en mg/L (Sultana *et al.*, 2009; Nsor-Atindana *et al.*, 2012).

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Variables agronómicas**

Los resultados obtenidos de las variables agronómicas evaluadas se presentan en las **Tablas 1 y 2, Figuras 1-11**. En la **Tabla 1** se presentan los resultados correspondientes a las variables diámetro de tallo, altura de planta, número de hojas, frutos, racimos y flores (**Figuras 1-6**). En la **Tabla 2** se presentan los resultados correspondientes a los pesos frescos de fruto en planta, parte aérea, raíz, cosecha y frutos totales (**Figuras 7-11**).

Se observó que el tratamiento **ST100+P400** presentó los mayores valores en altura, número de hojas, número de frutos y número de racimos (**Figuras 2-5**). En el caso de altura el tratamiento **ST100+P400** fue superior a los tratamientos ST100, ST50+P400 y OSM+P400 (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) (**Tabla 1, Figura 2**). Con excepción del número de flores, en todas las variables el tratamiento OSM+P400



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

### Departamento de Horticultura

fue el que presentó los resultados más bajos estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) (**Tabla 1**).

Con respecto a los pesos frescos se encontró que para el caso de los frutos en la planta el tratamiento **ST100+P400** presentó el valor más alto (**Figura 7**). Aunque dicho tratamiento sólo fue estadísticamente superior al OSM+P400 (Tukey,  $P \leq 0.05$ ), también fue superior al ST100 por aproximadamente un 30%. Así mismo se observó que el ST100 fue sólo 11% superior al ST50+P400 (**Tabla 2, Figura 7**). En el peso fresco de la parte aérea los tratamientos ST100, ST100+P400 y ST100+P400+B100 fueron iguales entre sí y superiores a los tratamientos ST50+P400 y OSM+P400 (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) (**Figura 8**). En el peso fresco de la raíz el mejor tratamiento fue el ST100 siendo superior estadísticamente a los tratamientos ST100+P400, ST50+P400 y OSM+P400 (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) (**Tabla 2, Figura 9**).

En cuanto al fruto cosechado no se observaron diferencias estadísticas significativas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ), pero se encontró que el tratamiento **ST50+P400** presentó el valor más alto de cosecha, siendo superior al ST100 por un 40% aproximadamente. También el **ST100+P400+B100** fue superior al ST100 por un 17% aproximadamente (**Tabla 2, Figura 10**).

Cuando se evaluó el total de frutos (suma de fruto en planta más fruto cosechado) sólo se encontró que el tratamiento OSM+P400 fue estadísticamente diferente del resto, y presentó el valor más bajo (Tukey,  $P \leq 0.05$ ). En esta variable el tratamiento **ST100+P400** presentó el valor más alto, siendo superior al ST100 por un 16% aproximadamente (**Tabla 2, Figura 11**). Además se encontró también que los tratamientos ST100+P400+B100 y ST50+P400 también fueron superiores al ST100 con aproximadamente 8 y 7.5% respectivamente (**Figura 11**).

Además, en la **Figura 14** se presenta la productividad de los frutos por los diferentes tratamientos expresada en toneladas por hectárea hasta el momento en que se eliminaron las plantas. Se observa que en cuanto a la cantidad de frutos restantes en la planta el **ST100+P400** es superior al ST100 por 15 Ton aproximadamente. Así mismo, se puede observar que en el tratamiento **ST50+P400** se cosecharon 11 Ton más que en el ST100. En este caso, en el ST100 se cosecharon sólo 2 Ton más que en el ST100+P400. Finalmente, en lo referente al potencial de producción expresado como fruto total se puede ver que el **ST100+P400** es el mayor, siendo 12 Ton superior al ST100. También se



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

## Departamento de Horticultura

observa que los tres tratamientos con aplicación de solución Steiner más la aplicación del producto P400 fueron superiores al tratamiento ST100 en esta variable. Aunque estadísticamente no existieron diferencias estadísticas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) entre los cuatro tratamientos con solución Steiner, comercialmente si presentan diferencias importantes en cuanto a la producción de fruto. Además, considerando que sólo se evaluó la producción durante dos semanas de cosecha, es posible que si se continúa con dicho proceso, se puedan presentar diferencias estadísticas en un ciclo completo de producción.

Considerando que tanto en el peso fresco de frutos en planta como en el total de frutos el tratamiento **ST100+P400** presentó los valores más altos se puede decir que potencialmente es el que puede generar mayor producción de fruto en un ciclo completo del cultivo de tomate (**Tabla 2**).

**Tabla 1.** Tabla de comparación de medias de las variables medidas en las plantas de tomate y su correspondiente significancia de los tratamientos evaluados. Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

Tratamientos	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Número de hojas	Número de frutos	Número de racimos	Número de flores
ST100	14.16a	229.6bc	34.3ab	19.27a	8.45ab	2.09a
ST100+P400+B100	12.94a	245.2ab	34.2ab	19.54a	9.09a	3.09a
ST100+P400	12.84a	256.1a	34.9a	23.27a	9.36a	2.18a
ST50+P400	11.38b	215.3c	31.8b	17.91a	7.36b	2.27a
OSM+P400	9.81c	111.9d	18.8c	3.27b	4.00c	0.00a

**Tabla 2.** Tabla de comparación de medias de las variables medidas en las plantas de tomate y su correspondiente significancia de los tratamientos evaluados. La media correspondiente es expresada en gramos por planta. Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

Tratamientos	Peso fresco de fruto	Peso fresco de parte aérea	Peso fresco de raíz	Peso fresco de cosecha	Peso fresco del total de frutos	Peso seco de parte aérea	Peso seco de raíz
ST100	1676.4a	1643.1a	237.6a	922.4a	2598.8a	128.75a	55.05a
ST100+P400+B100	1727.1a	1598.6a	180.5ab	1083.9a	2811.0a	125.56a	42.19ab
ST100+P400	2154.7a	1559.8a	99.19bc	851.4a	3006.1a	122.79a	21.44bc
ST50+P400	1504.3a	843.6b	144.9b	1289.9a	2794.2a	71.51b	33.51b
OSM+P400	99.5b	226.6c	38.28c	491.9a	591.3b	27.33c	8.28c



### *Variables bioquímicas*

Respecto a los análisis bioquímicos, los resultados se presentan en la **Tabla 3**. Se puede observar que la actividad enzimática (catalasa) en las hojas de la planta de tomate fue mayor en los tratamientos ST100+P400 y ST50+P400, mientras que el tratamiento ST100+P400+B100 fue el que presentó el resultado más bajo (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) (**Figura 15**). En cuanto al contenido de ácido ascórbico en las hojas se encontró que el tratamiento OSM+P400 fue el mayor, siendo superior al ST100+P400 por tres veces aproximadamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ ). Los tratamientos ST100, ST100+P400+B100 y ST50+P400 presentaron valores por debajo de la escala medible (**Figura 16**). Considerando ambos resultados, el tratamiento **ST100+P400** fue el mejor, generando mayor actividad enzimática y mayor contenido de ácido ascórbico (**Tabla 3**).

En cuanto a los análisis realizados a los frutos de tomate se observó que la cantidad de ácido ascórbico fue diferente en el pericarpio y en el endocarpio (**Figuras 17 y 18**). En el pericarpio la mayor concentración la presentó el tratamiento OSM+P400 seguido por el tratamiento ST100+P400 (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) (**Figura 17**). En el endocarpio también el tratamiento OSM+P400 fue el de mayor concentración, siendo superior al resto de los tratamientos (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) (**Figura 18**). Aun así, se observó que todos los tratamientos que incluyeron el P400 aumentaron la concentración de ácido ascórbico en el endocarpio en comparación con el testigo (ST100) (**Tabla 3**).

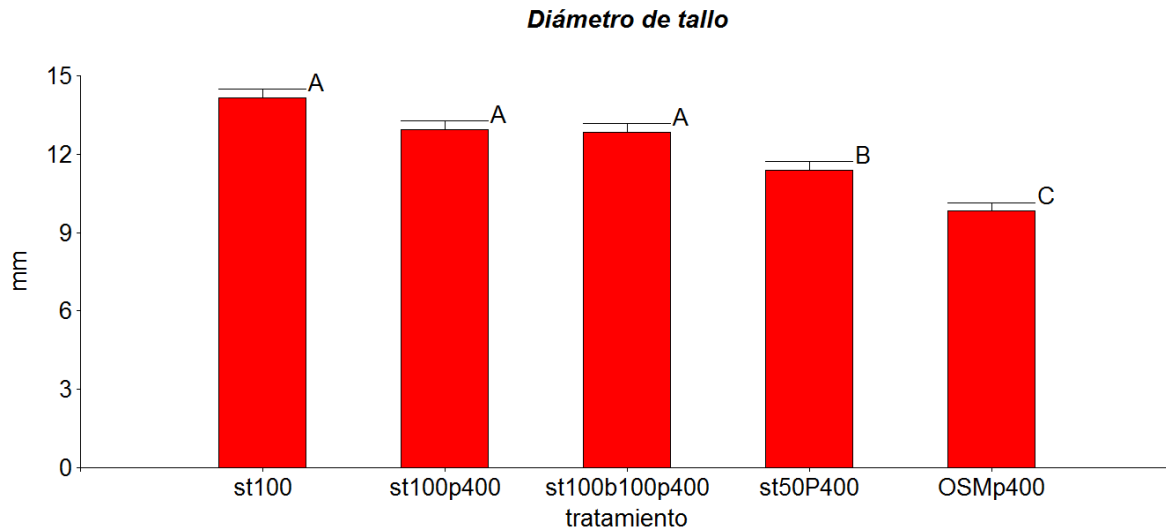
En cuanto a la firmeza de los frutos se observó que al momento del corte todos los tratamientos presentaron valores iguales estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) (**Figura 19**). A los 15 días después de del corte los resultados no mostraron diferencias estadísticas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ). Sin embargo, se observó que la firmeza de los tratamientos ST100+P400+B100 y ST100+P400 fue la que presentó los mayores valores, siendo superior por alrededor del 11% al tratamiento ST100 (**Figura 20**). El tratamiento OSM+P400 fue el que presentó los menores valores. A pesar de no existir diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey,  $P \leq 0.05$ ), se observó que el tratamiento ST100+P400+B100 fue el que menor firmeza perdió después de 15 días de cosechados los frutos (0.56 kgf) seguido por el ST100+P400 (1.1 kgf) (**Tabla 3, Figura 21**).



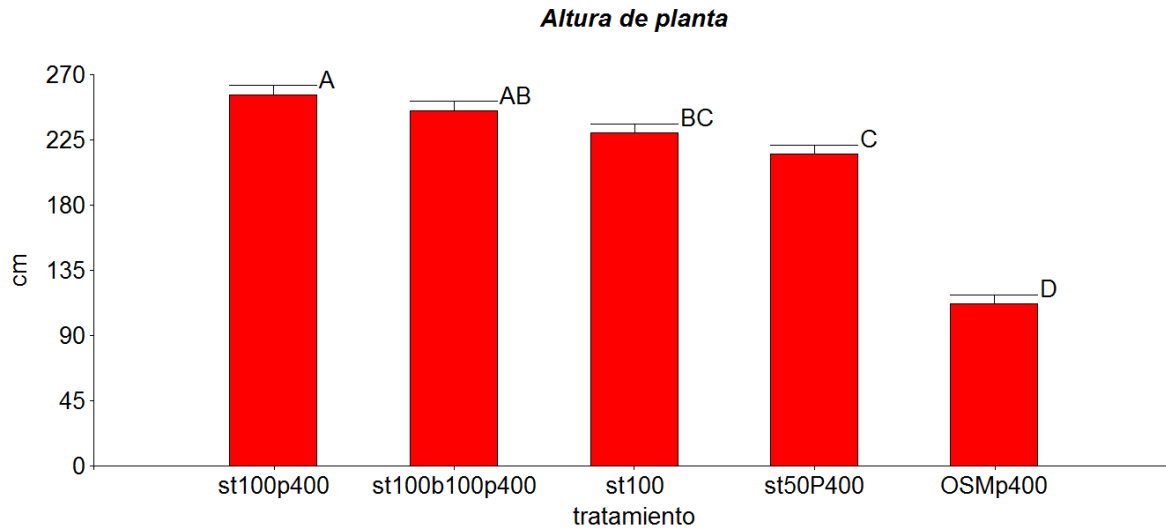
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**Departamento de Horticultura**

**Tabla 3.** Comparación de medias de las variables bioquímicas medidas en las plantas de tomate y su correspondiente significancia de los tratamientos evaluados. Letras diferentes indican diferencias estadísticas (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

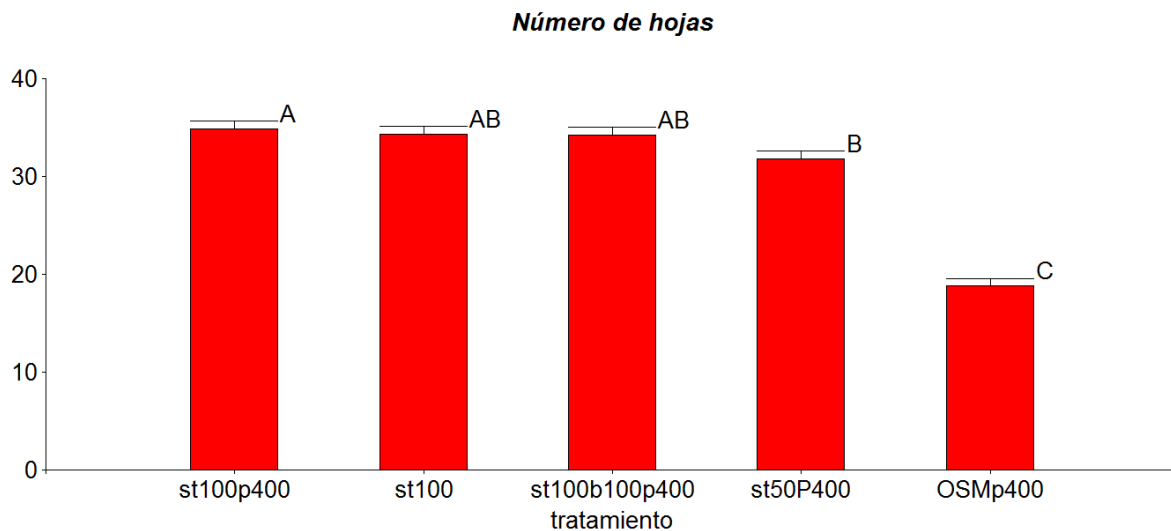
Tratamientos	HOJA		FRUTO				
	Catalasa	Ácido ascórbico (mg g <sup>-1</sup> )	Ácido ascórbico pericarpio (mg g <sup>-1</sup> )	Ácido ascórbico endocarpio (mg g <sup>-1</sup> )	Firmeza al corte (kgf)	Firmeza a 15 días (kgf)	Firmeza perdida (kgf)
ST100	1.35ab	0.0c	1.42c	0.69b	3.56a	2.25a	1.31a
ST100+P400+B100	0.80b	0.0c	1.20c	1.09b	3.13a	2.56a	0.56a
ST100+P400	1.54a	7559.6b	2.57b	1.18b	3.60a	2.50a	1.10a
ST50+P400	1.40a	0.0c	1.94bc	1.10b	3.41a	1.93a	1.49a
OSM+P400	1.35ab	24441a	4.59a	2.18a	3.13a	1.56a	1.57a



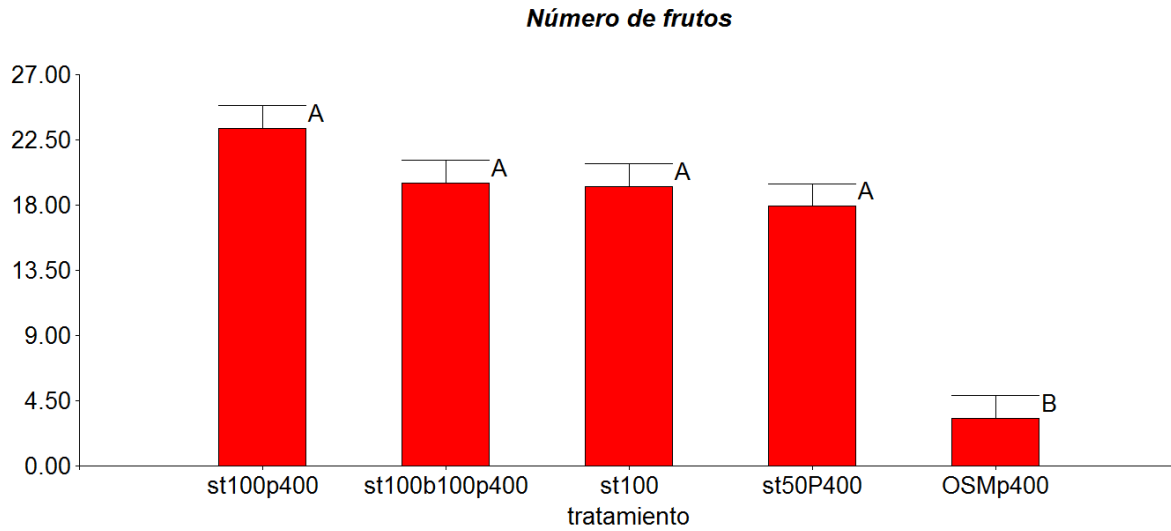
**Figura 1.** Comparación del **diámetro de la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



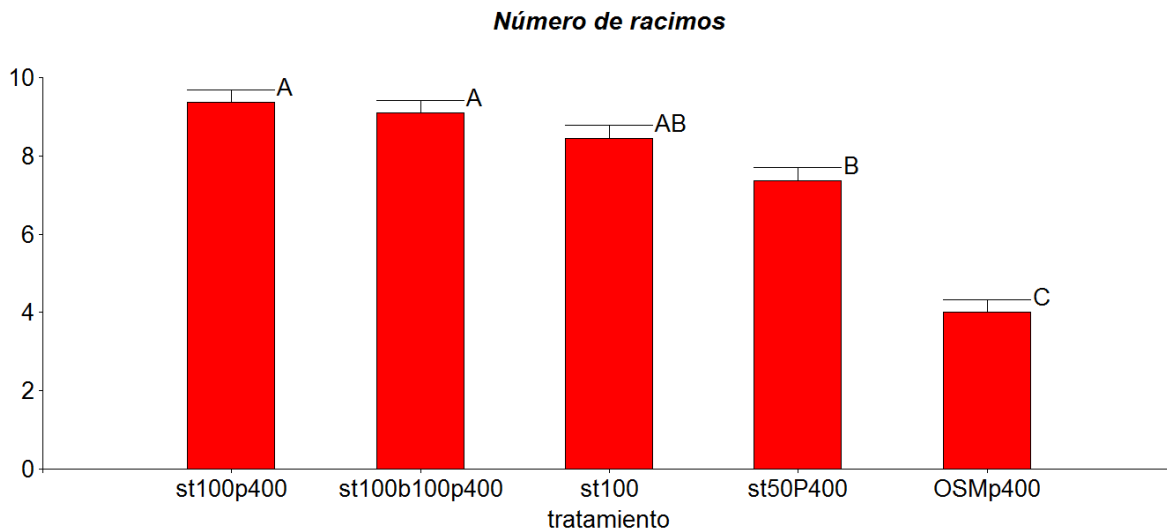
**Figura 2.** Comparación de la **altura de la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



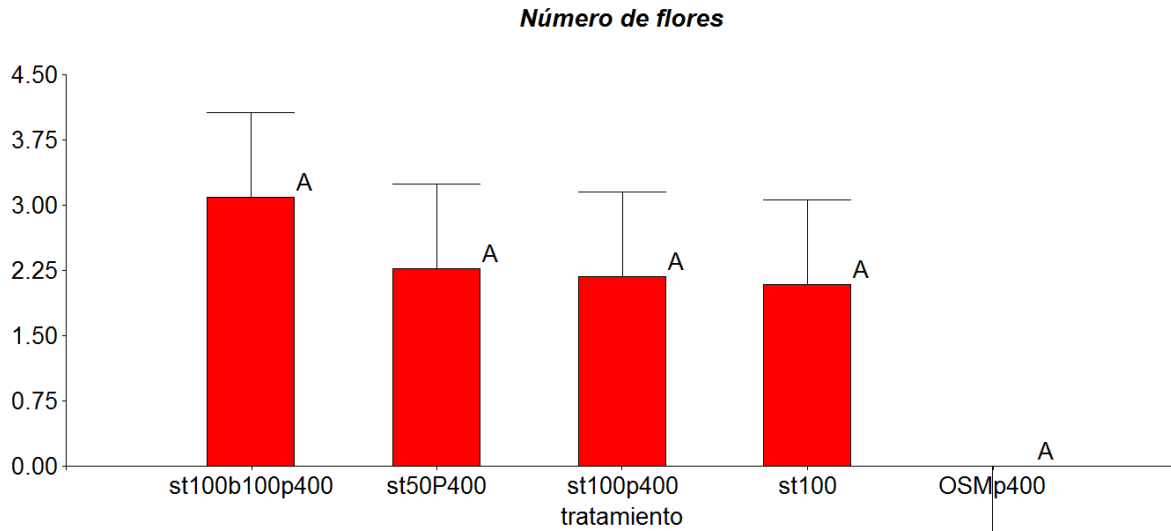
**Figura 3.** Comparación del **número de hojas de la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



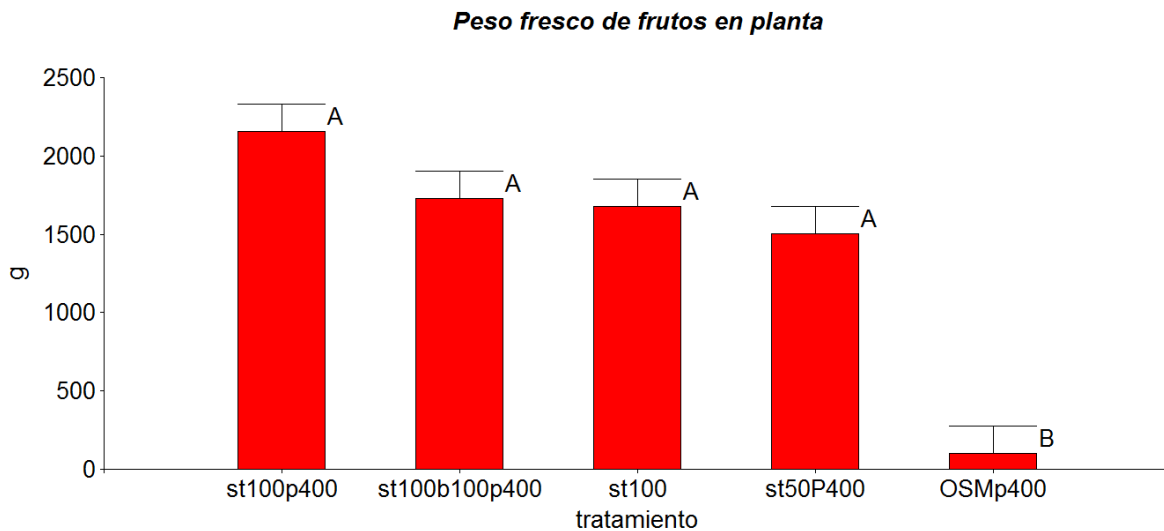
**Figura 4.** Comparación del **número de frutos de la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



**Figura 5.** Comparación del **número de racimos de la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

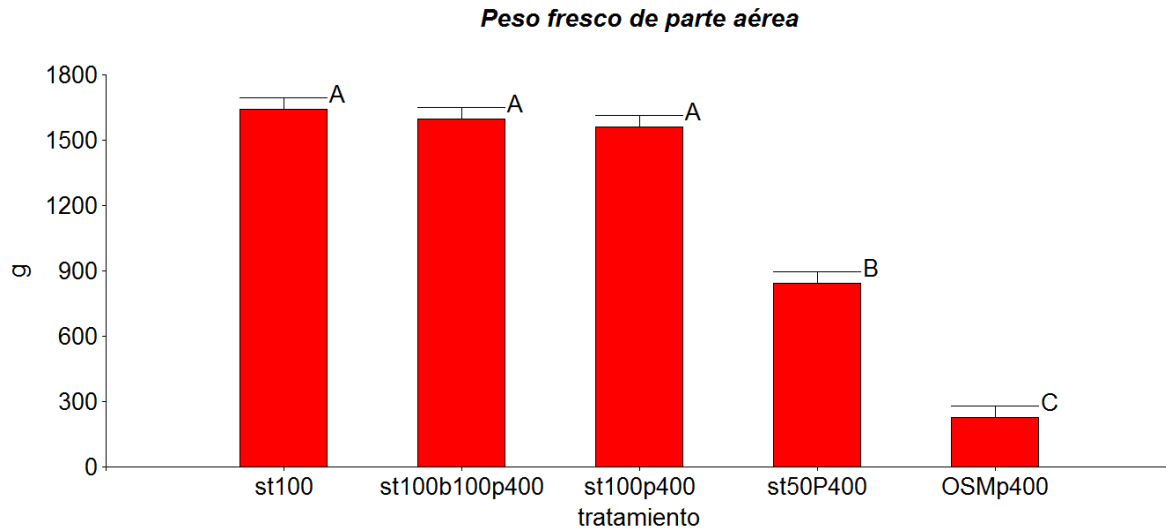


**Figura 6.** Comparación del **número de flores de la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

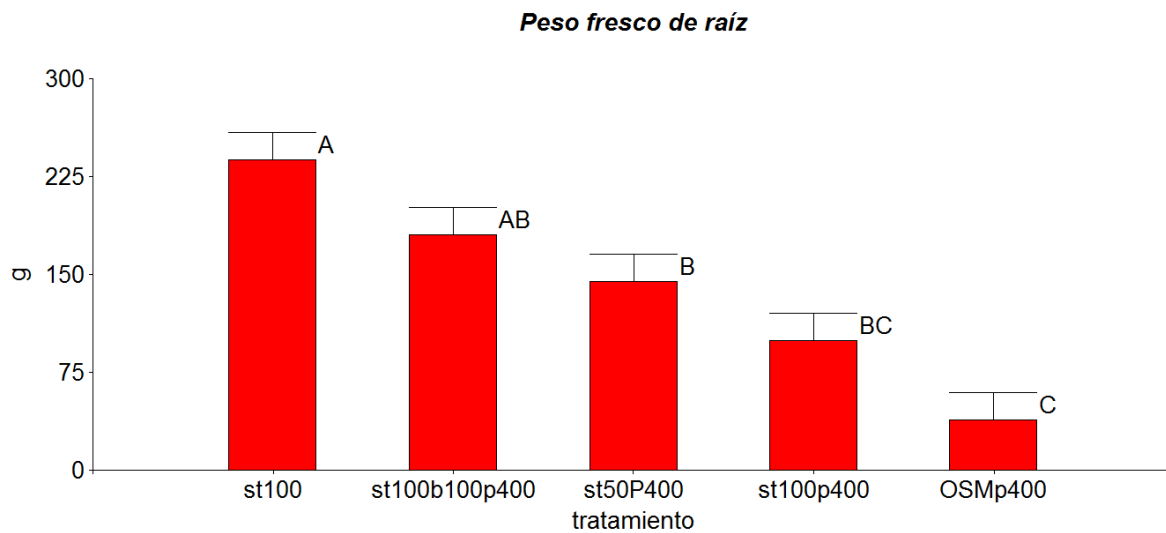


**Figura 7.** Comparación del **peso fresco de frutos en la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

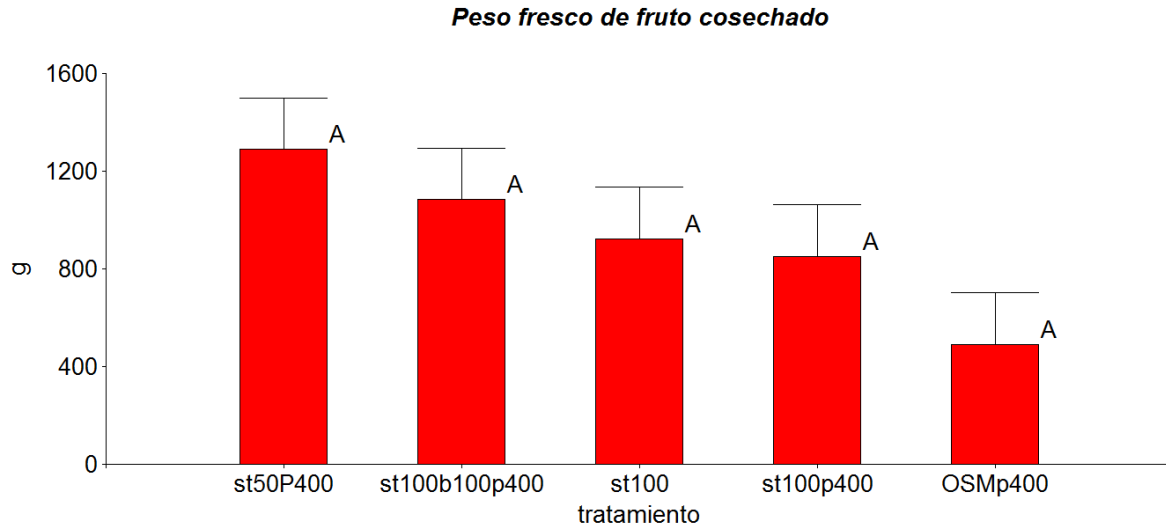




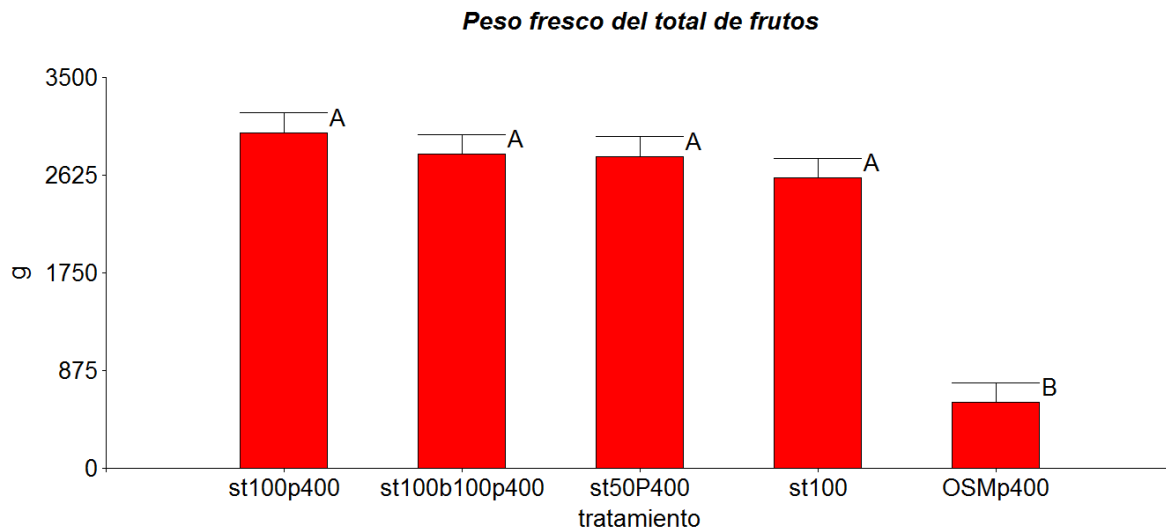
**Figura 8.** Comparación del **peso fresco de la parte aérea de la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



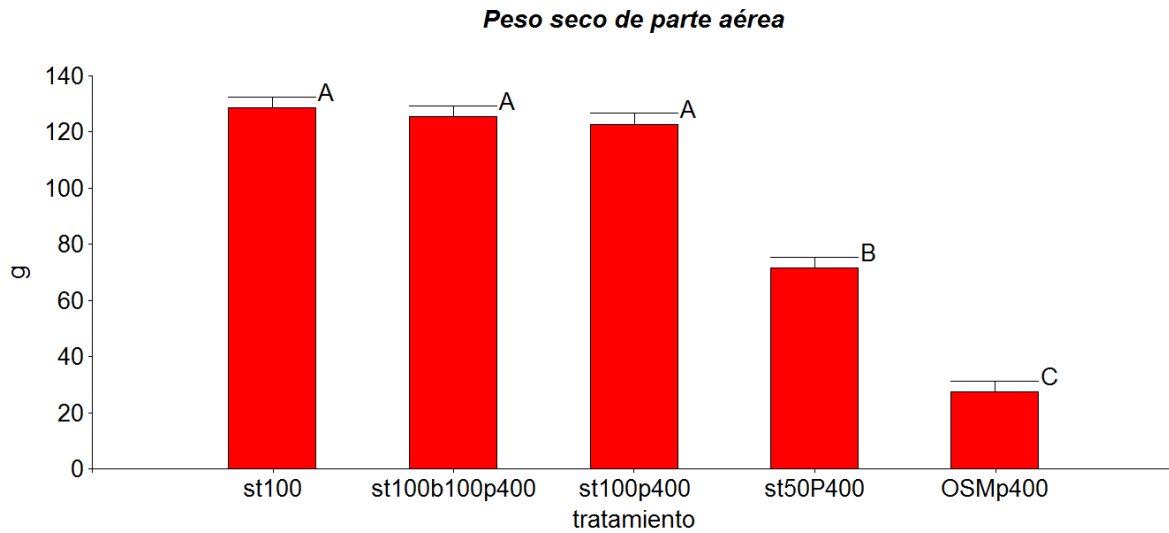
**Figura 9.** Comparación del **peso fresco de la raíz de la planta** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



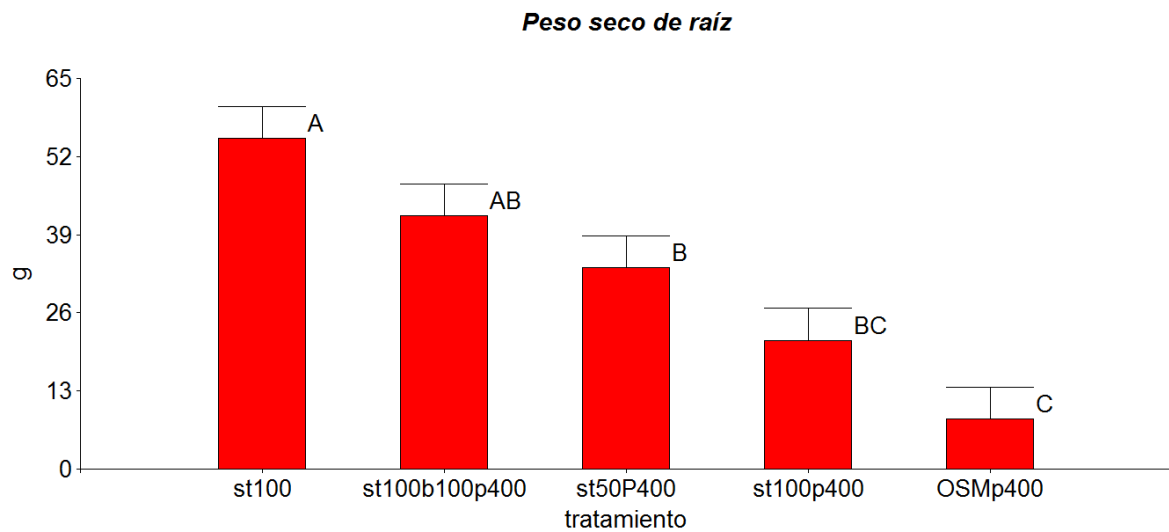
**Figura 10.** Comparación del **peso fresco del fruto cosechado** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



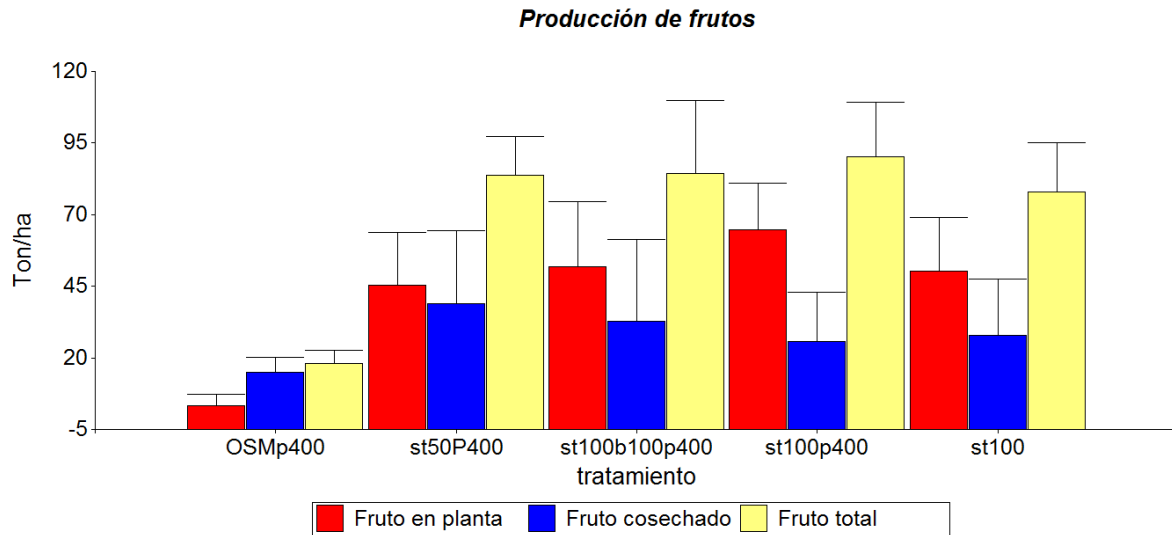
**Figura 11.** Comparación del **peso fresco del total de frutos** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



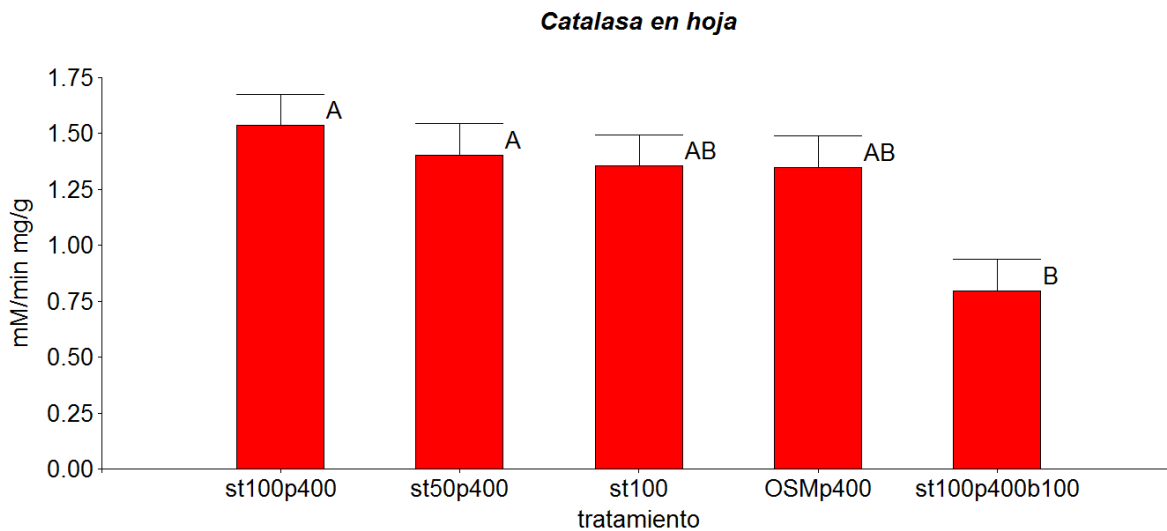
**Figura 12.** Comparación del **peso seco de parte aérea** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



**Figura 13.** Comparación del **peso seco de raíz** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



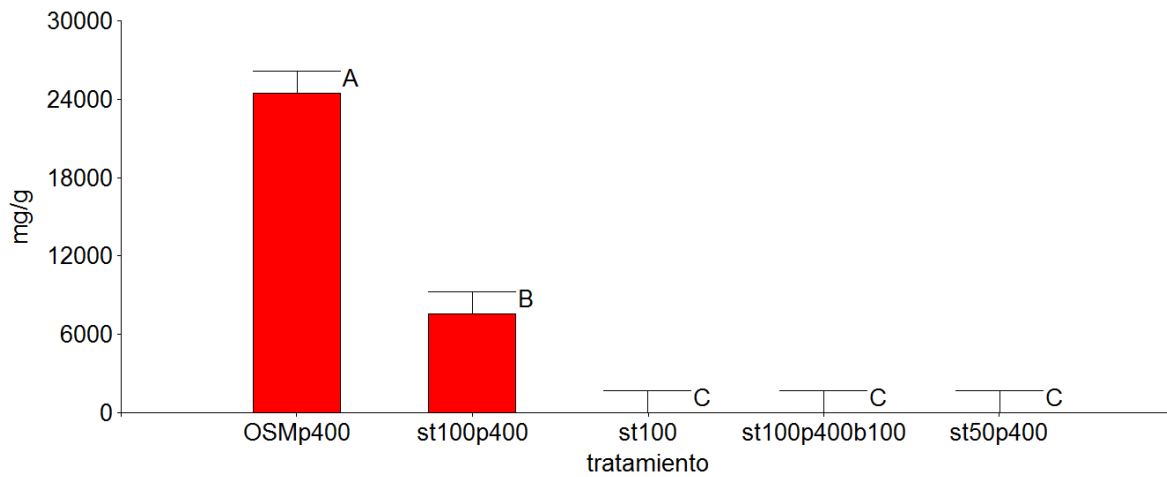
**Figura 14.** Comparación de la **producción de frutos por las plantas de tomate** de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de desviación estándar.



**Figura 15.** Comparación de la **actividad de catalasa** en las hojas de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

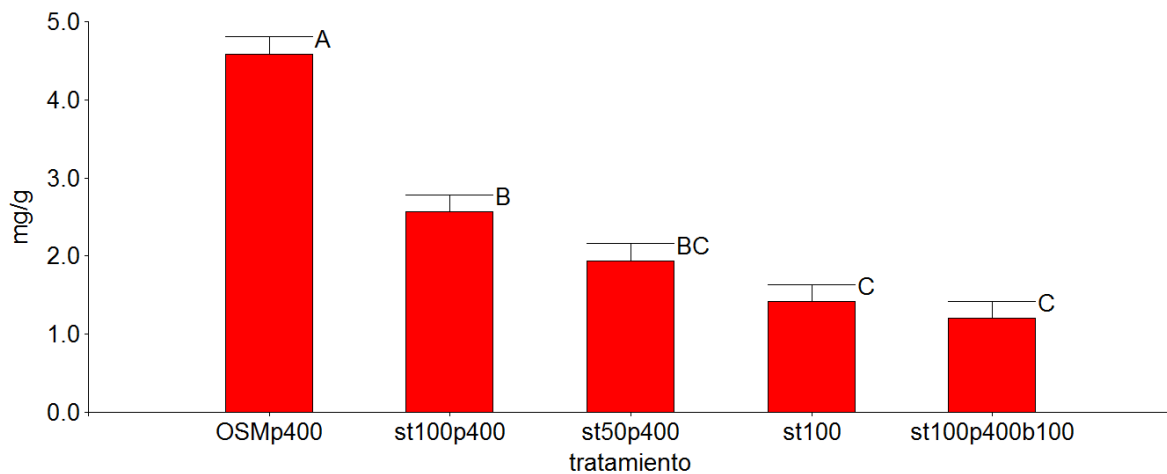


*Ácido ascórbico en hoja*



**Figura 16.** Comparación del **contenido de ácido ascórbico** en las hojas de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

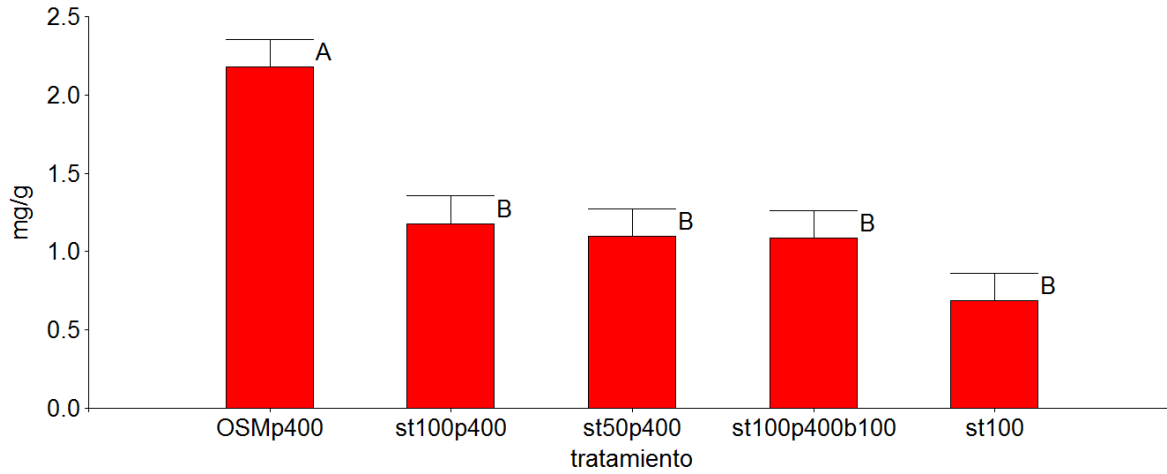
*Ácido ascórbico en pericarpio de fruto*



**Figura 17.** Comparación del **contenido de ácido ascórbico** en el pericarpio de los frutos de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

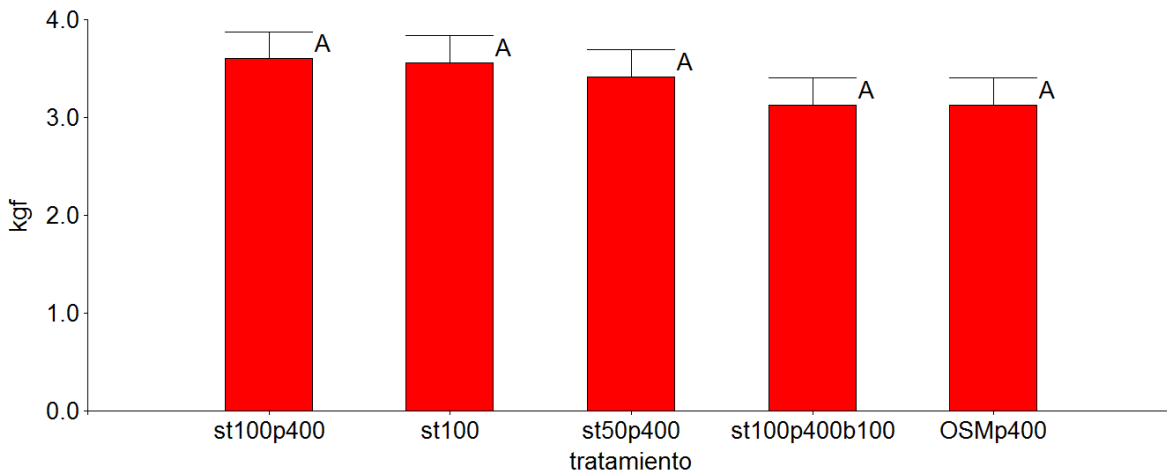


*Ácido ascórbico en endocarpio de fruto*



**Figura 18.** Comparación del **contenido de ácido ascórbico** en el endocarpio del fruto de los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

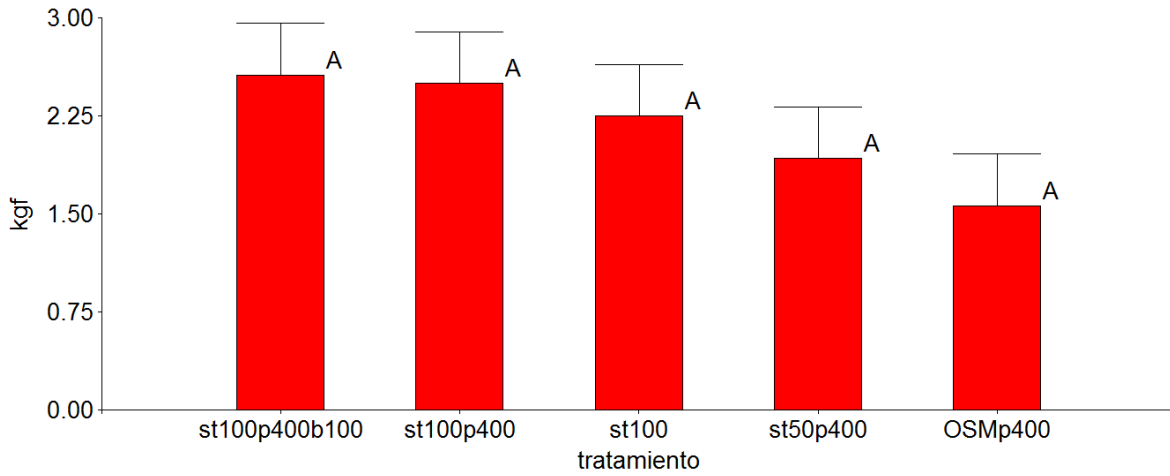
*Firmeza al momento del corte*



**Figura 19.** Comparación de la **firmeza del fruto al momento del corte** para los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

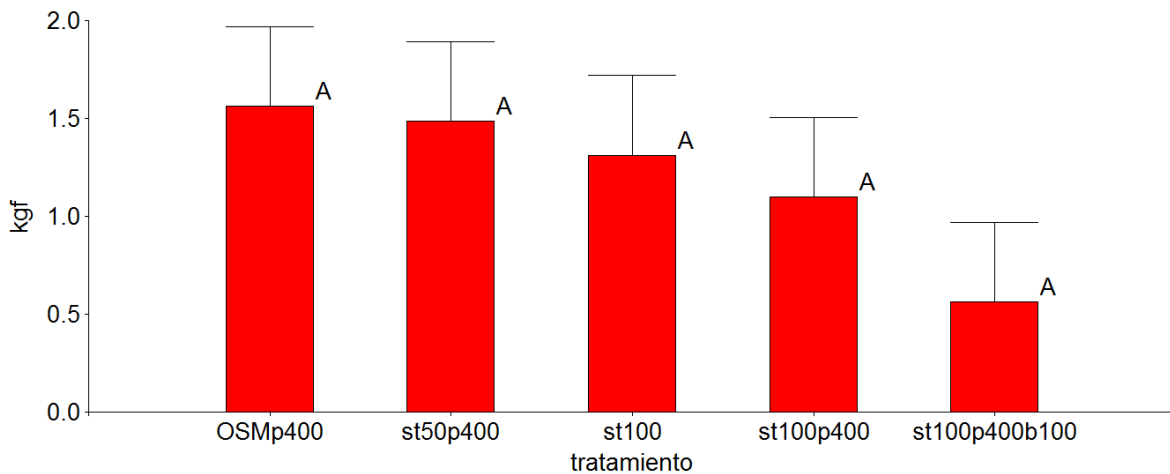


*Firmeza a los 15 días después del corte*



**Figura 20.** Comparación de la **firmeza del fruto 15 días después del corte** para los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.

*Firmeza perdida*



**Figura 21.** Comparación de la **firmeza perdida en los frutos después de 15 días del corte** para los diferentes tratamientos. Se incluye la barra de error estándar.



## **5 CONCLUSIONES**

Considerado las variables agronómicas evaluadas el mejor tratamiento es el **ST100+P400** ya que presentó los valores más altos en la mayoría de estas variables.

Considerando la producción de frutos el mejor tratamiento también fue el **ST100+P400**. Adicionalmente, los tratamientos ST100+P400+B100 y ST50+P400 también fueron superiores al ST100 (testigo).

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación del producto **P400** mejora la productividad de tomate en invernadero favoreciendo la producción de fruto.

La aplicación del **P400** permitió un ahorro en los fertilizantes. En presencia de **P400** la reducción de la fertilización en las plantas de tomate al 50% no disminuyó la producción potencial de fruto en comparación con una fertilización al 100%.

El tratamiento **OSM+P400** (orgánico) generó los mejores resultados en la parte bioquímica de hojas y frutos, esto es en la calidad nutricional y contenido de antioxidantes, sin embargo, presentó los valores más bajos de productividad.

La aplicación del **P400** en combinación con una fertilización completa (Steiner al 100%) favorece la actividad de catalasa y contenidos de ácido ascórbico en hoja y fruto. Esto además de elevar la calidad nutricional pudiera relacionarse con mayor tolerancia al estrés.

El tratamiento **ST100+P400+B100** es el que presentó la mayor firmeza después de 15 días de cosechados los frutos, así como ser el que menor firmeza perdió en el mismo periodo de tiempo. El **ST100+P400** fue el segundo mejor tratamiento en cuanto a la firmeza de fruto. Esto indica que potencialmente ambos tratamientos son los que tienen mayor vida de anaquel.

El mejor tratamiento fue el **ST100+P400** ya que favoreció la productividad de las plantas de tomate al mismo tiempo que incrementó su actividad enzimática, contenidos de ácido ascórbico, y firmeza de frutos.





# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

## Departamento de Horticultura

### 6 LITERATURA CITADA

- Bugarín-Montoya, R., A. Galvis-Spinola, P. Sánchez-García and D. García-Paredes. 2002. Daily accumulation of aboveground dry matter and potassium in tomato. *TERRA LATINOAMERICANA* 20(4):401-409.
- Casierra-Posada, F., M.C. Cardozo and J.F. Cárdenas-Hernández. 2007. Growth analysis of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivated in greenhouse. *Agronomía Colombiana* 25(2):299-305.
- Enriquez-Reyes, S.A., G. Alcántar-González, J.Z. Castellanos-Ramos, E.A. Suárez, D. González-Eguiarte and I. Lazcano-Ferrat. 2003. NUMAC-N Tomato: Mineral nutrition fit at growth. The nitrogen nutrition in tomato greenhouse production. 1. Model description and parameters adjust. *TERRA LATINOAMERICANA* 21(2):167-175.
- Flores, J., W. Ojeda-Bustamante, I. López, A. Rojano and I. Salazar. 2007. Water requirements for greenhouse tomato. *TERRA LATINOAMERICANA* 25(2):127-134.
- Fynn, R.P., W.L. Roller and H.M. Keener. 1989. A decision model for nutrition management in controlled environment agriculture. *Agricultural Systems* 31:35-53.
- MÉXICOPRODUCE, 2012. Productos: Jitomate. <http://www.mexicoproduce.mx/productos.html#jitomate> Acceso 26 de enero de 2013.
- Nsor-Atindana J, Zhong F, Mothibe K, Bangoura M and Lagnika C. 2012. Quantification of Total Polyphenolic Content and Antimicrobial Activity of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Bean Shells. *Pakistan Journal of Nutrition* 11 (7): 574-579.
- Ocaña-Romo, C.R. 2008. En crecimiento. Desarrollo de Invernaderos en México. [www.hortalizas.com](http://www.hortalizas.com). Acceso 23 de octubre de 2010.
- Perea, 2009. Invernaderos y Riego. Aun con crisis seguirá creciendo superficie de invernadero. *La Imagen Agropecuaria* Num. 1. Domingo 24 de Mayo. [www.imagenagropecuaria.com](http://www.imagenagropecuaria.com). Acceso 23 de octubre de 2010.
- Ramos SJ, Faquin V, Guilherme LRG, Castro EM, Ávila FW, Carvalho GS, Bastos CEA, Oliveira C. 2010. Selenium biofortification and antioxidant activity in lettuce plants fed with selenate and selenite. *Plant soil environ.*, 12: 584–588.
- SAGARPA, 2012. Agricultura Protegida 2012. <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura-Protegida2012.aspx> Acceso 26 de enero de 2013.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**Departamento de Horticultura**

Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil. 15:134-154.

Sultana B, Anwar F, y Ashraf M, **2009**. Effect of Extraction Solvent/Technique on the Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plant Extracts Molecules 14, 2167-2180.

Dr. Adalberto Benavides Mendoza  
Coordinador del estudio  
Profesor Investigador del Departamento de Horticultura  
Investigador Nacional Exp. 12194  
[abenmen@uaaan.mx](mailto:abenmen@uaaan.mx)  
Tel. celular 844-1767062

Firma: